



Seleção Natural e Rochas Biogénicas: V's de Gowin como Instrumento de Investigação-Ação

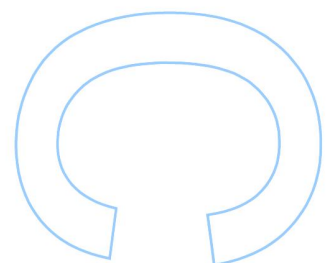
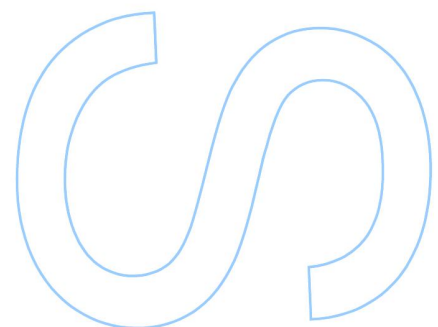
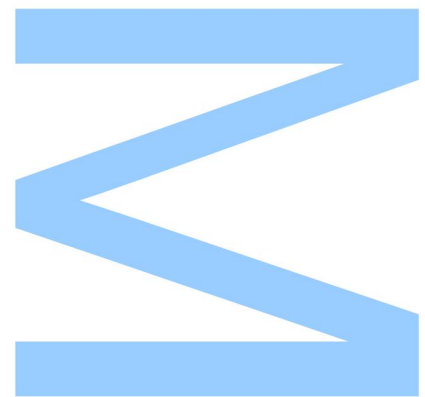
Gabriela Dias Caldas Santos

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia
no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2016

Orientadores

Clara Maria da Silva de Vasconcelos,
Professora Auxiliar Agregada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Luís Filipe de Sá Cesariny Calafate,
Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

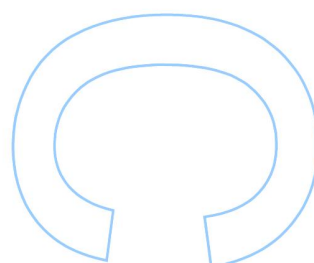
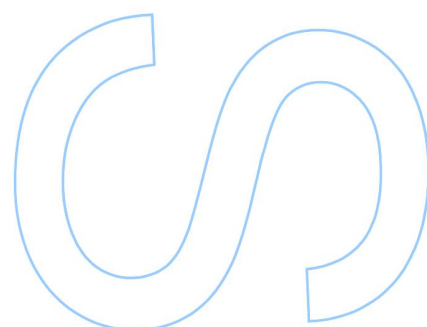
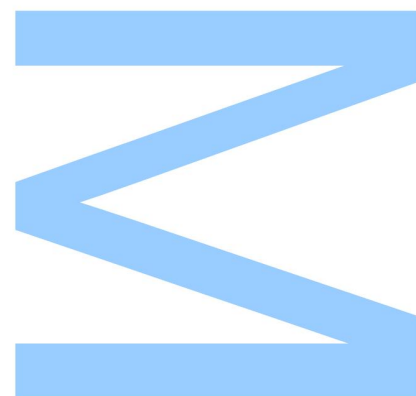




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Imagens da capa:

Modelo para o ensino representando a
Seleção Natural e Influência Antrópica.

Gabriela Santos, 2016

Modelo para o ensino representando uma
Armadilha Petrolífera.

Gabriela Santos, 2016

Agradecimentos

Este é o culminar de toda uma vida académica, ao longo da qual foram muitas as pessoas que passaram e que, de uma forma ou de outra, me tornaram na pessoa que sou hoje.

Quero manifestar o meu maior agradecimento a todos aqueles que tornaram este percurso mais fácil através da sua ajuda, mas quero agradecer de uma forma particular:

Aos meus orientadores científicos, Professora Doutora Clara Vasconcelos e Professor Doutor Luís Calafate, pela revisão e orientação científica e pelo apoio prestados.

Ao meu orientador cooperante, Professor Jorge Guimarães, pela disponibilidade e pelo suporte dedicados.

À Escola Secundária Aurélia de Sousa pelo acolhimento e em especial à Professora Lucinda Motta, à Professora Graça Gouveia e à Professora Leonor Antunes pelo carinho e ajuda concedidos.

Ao meu colega de estágio, Marcos Sousa, pelas críticas construtivas e pelos conselhos facultados.

Às minhas colegas de mestrado por todo o apoio dado e em especial à Bárbara Cristóvão e à Joana Faria por me terem elucidado nos momentos em que surgiram algumas dificuldades.

Aos alunos da turma 11ºC por terem contribuído na realização de um sonho profissional e em especial à Mariana Cunha e à Sara Lourenço por toda a alegria e incentivos dados.

À minha família, mãe, pai e irmã, por sempre terem acreditado em mim ao longo de todos estes anos, por toda a ajuda, apoio, incentivo e carinho dedicados, pois foram fundamentais.

À minha grande e melhor amiga, Bárbara Branco, pelas horas concedidas a ajudar-me na pesquisa bibliográfica, pelas brincadeiras e conversas, pelas lágrimas partilhadas e por todo o apoio prestado nos momentos mais difíceis da minha vida.

Ao Luís Costa por tudo.

À Kukika por me fazer rir.

Obrigada.

Resumo

Atualmente, o ensino das ciências depara-se com um mundo incerto, que se caracteriza por rápidas e complexas alterações, o que provoca grandes desafios para a educação em ciência (Bolacha *et al.*, 2006). Assim, o professor de hoje deve assumir o compromisso de acompanhar as mudanças, adaptando-se e aplicando novas estratégias ao ensino das ciências (Justi, 2006).

Deste modo, o ensino orientado para a investigação permite dar resposta às exigências do mundo atual, sendo, por isso, uma abordagem valorizada nos currículos para o ensino de ciências. Este método de ensino constitui uma orientação que enfatiza o questionamento, resolução de problemas, descoberta e comunicação (Baptista, 2010).

Os V's de Gowin surgem, assim, como uma nova estratégia de ensino-aprendizagem. A sua utilização pode substituir com vantagens os tradicionais relatórios, permitindo um ensino mais centrado no aluno (Machado, C. & Gomes, C., 2001).

A construção e utilização de modelos podem constituir, nesse contexto, uma mais-valia para o ensino das ciências. Por um lado, porque promoverá a mobilização de conhecimentos e, por outro lado, porque poderá ainda ser utilizada para avaliar a estrutura cognitiva do aluno, uma vez que os modelos serão representações físicas da sua estrutura cognitiva (Bolacha *et al.*, 2006; Bolacha, Deus, & Fonseca, 2011). Assim, a modelagem surge como um estímulo para o desenvolvimento do conhecimento científico e da literacia científica dos alunos (Vasconcelos & Torres, 2015).

A investigação por mim efetuada aborda duas temáticas, Seleção Natural e Rochas Biogénicas, e através de uma investigação-ação pretendeu-se diminuir as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V's de Gowin.

Pode-se concluir que o programa implementado através da investigação-ação conseguiu diminuir as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin.

Palavras-chave

Educação; Ensino Orientado para a Investigação; V's de Gowin; Modelos para o Ensino; Investigação-Ação; Seleção Natural; Rochas Biogénicas.

Abstract

Currently, the teaching of science is faced with an uncertain world, which is characterized by rapid and complex changes, which causes major challenges for education in science (Bolacha *et al.*, 2006). Thus, the teacher of today must make a commitment to follow the changes, adapting and applying new approaches to science education (Justi, 2006).

Thus, inquiry based teaching can address the requirements of today's world, being therefore a prized approach in the curricula for the teaching of science. This teaching method is an orientation that emphasizes questioning, problem solving, discovery, and communication (Baptista, 2010).

The V's Gowin arise, the as a new teaching and learning strategy. Its use over the traditional reporting, has the advantage of allowing for an education more focused on student (Machado, C. & Gomes, C., 2001).

The construction and use of models may be, in this context, an added value for the teaching of science. On the one hand it promotes the mobilization of knowledge and, on the other hand, it may still be used to assess cognitive structure of the pupil, since the models are physical representations of a cognitive structure (Bolacha *et al.*, 2006; Bolacha, Deus, & Fonseca, 2011). Thus, modeling emerges as a stimulus for the development of scientific knowledge and scientific literacy of students (Vasconcelos & Torres, 2015).

My research addresses two themes, Natural Selection and Biogenic Rocks, and the through a action research it was aimed at reducing the difficulties of students in completing reports in V's Gowin.

It can be concluded that the program implemented through action research could reduce students' difficulties in completing the reports in V Gowin.

Keywords

Education; Inquiry Based Teaching; V Gowin; Models for Teaching; Action Research; Natural Selection; Biogenic Rocks.

Índice

Agradecimentos.....	I
Resumo e Palavras-chave.....	II
Abstract and Keywords.....	III
Índice.....	IV
Índice de figuras.....	V
Índice de tabelas.....	VI
Lista de abreviaturas.....	VII
Capítulo I – Introdução.....	1
I.1. Contextualização e justificação da investigação.....	1
I.2. Problema, objetivos e hipóteses da investigação.....	4
I.3. Organização da investigação.....	5
Capítulo II – Enquadramento Teórico da Investigação.....	6
II.1. Enquadramento curricular.....	6
II.2. Enquadramento científico.....	7
II.2.1. Seleção Natural.....	7
II.2.2. Rochas Biogénicas.....	9
Capítulo III – Metodologia de Ensino.....	16
III.1. Metodologia de ensino baseada em modelos.....	16
III.2. Estratégias e recursos educativos.....	20
Capítulo IV – Metodologia de Investigação.....	24
IV.1. Caracterização da investigação.....	24
IV.2. Caracterização da amostra.....	26
IV.3. Recolha e tratamento de dados.....	28
IV.3.1. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	28
IV.3.2. Técnica de análise de dados.....	29
IV.4. Programa de intervenção.....	30
Capítulo V – Resultados e Discussão.....	32
V.1. Análise estatística e discussão dos resultados.....	32
Capítulo VI – Conclusões.....	33
VI.1. Conclusões gerais da investigação.....	33
VI.2. Dificuldades e limitações da investigação.....	34
VI.3. Contributos da investigação na atividade docente.....	34
Referências Bibliográficas.....	35
Apêndices.....	39

Índice de figuras

Figura III.1	Modelo “Seleção Natural e Influência Antrópica”	21
Figura III.2	Esquema do modelo “Armadilha Petrolífera”	22
Figura III.3	Modelo “Armadilha Petrolífera”	23
Figura IV.1	Os momentos da investigação-ação, através de uma sucessão de ciclos	25
Figura IV.2	Estrutura dos V's de Gowin que foram aplicados nesta investigação	31

Índice de tabelas

Tabela IV.1	Distribuição dos alunos por género e idade e respetivas classificações do 1º período	27
Tabela V.1	Análise descritiva da amostra	32

Lista de abreviaturas

RE	Relatório de Estágio
UC	Unidade Curricular
IPP-PES	Iniciação à Prática Profissional, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada
MEBG	Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
I-A	Investigação-Ação
EOI	Ensino Orientado para a Investigação
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>

Capítulo I – Introdução

O Relatório de Estágio (RE) aqui apresentado foi elaborado no âmbito da Unidade Curricular (UC) designada Iniciação à Prática Pedagógica, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (IPP-PES), que ocorreu no segundo ano do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (MEBG), da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), no ano letivo 2015/2016. Este documento, contou com a orientação científica da Professora Doutora Clara Vasconcelos, na área da Geologia, e do Professor Doutor Luís Calafate, na área da Biologia.

Este RE tem como intenção descrever a realização de uma investigação que foi implementada numa turma de décimo primeiro ano, na disciplina de Biologia e Geologia, na Escola Secundária Aurélia de Sousa, onde ocorreu a PES, a qual, por sua vez, teve o intuito de recolher dados para a elaboração do presente RE da IPP.

A investigação intitula-se “Seleção Natural e Rochas Biogénicas: V's de Gowin como Instrumento de Investigação-Ação” uma vez que através de uma metodologia de investigação-ação (I-A) se pretendeu diminuir as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin, tendo como recursos educativos um modelo sobre seleção natural e um modelo sobre rochas biogénicas.

I.1. Contextualização e justificação da investigação

Atualmente, o ensino das ciências depara-se com um mundo incerto, que se caracteriza por rápidas e complexas alterações, o que provoca grandes desafios para a educação em ciência (Bolacha *et al.*, 2006). Assim, o professor de hoje deve assumir o compromisso de acompanhar as mudanças, adaptando-se e aplicando novas estratégias ao ensino das ciências (Justi, 2006).

Face a este quadro, as reformas educativas atuais têm defendido que cabe à educação em ciências valorizar “contextos de vida dos alunos e se oriente para que se envolvam na identificação e, se possível e viável, na resolução de problemas reais a diversos níveis” (Pedrosa & Leite, 2005), o que só será possível recorrendo a uma

metodologia educacional centrada no aluno, que o configure como o ator principal do processo educativo.

Deste modo, a perspectiva de ensino orientada para a investigação, inclui os processos tradicionais da ciência, mas também requer a combinação destes processos com o conhecimento científico, raciocínio e pensamento crítico. Este tipo de ensino pode ser percecionado de três formas diferentes como: um conjunto de competências para serem desenvolvidas pelos alunos, um resultado cognitivo que os alunos têm que alcançar e uma abordagem que possibilita a construção do próprio conhecimento (Lederman, 2006).

Assim, o ensino orientado para a investigação (EOI) permite dar resposta às exigências do mundo atual, sendo, por isso, uma abordagem valorizada nos currículos para o ensino de ciências. Este método de ensino constitui uma orientação que enfatiza o questionamento, resolução de problemas, descoberta e comunicação. Utiliza processos da investigação científica, refletindo o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência (Baptista, 2010).

Os V's de Gowin surgem, assim, como uma nova estratégia de ensino-aprendizagem. A sua utilização pode substituir com vantagens os tradicionais relatórios, permitindo um ensino mais centrado no aluno, nas suas necessidades e interesses, apoiando-se nas suas experiências e conhecimentos, gostos e expectativas (Machado, C. & Gomes, C., 2001).

A construção e utilização de modelos podem constituir, nesse contexto, uma mais-valia para o ensino das ciências. Por um lado, porque promoverá a mobilização de conhecimentos, tanto de novos como dos já adquiridos, e por outro lado, porque poderá ainda ser utilizada para avaliar a estrutura cognitiva do aluno, uma vez que os modelos serão representações físicas da sua estrutura cognitiva (Bolacha *et al.*, 2006; Bolacha, Deus, & Fonseca, 2011).

A aprendizagem baseada na utilização de modelos pode ser enquadrada numa estratégia que se pode designar "*minds-on – hands-on*". Ou seja, pretende-se que os alunos aprendam Ciência, aprendam a natureza da Ciência e aprendam como se faz Ciência e que estejam envolvidos na atividade experimental quer a nível cognitivo quer através da experimentação (Bolacha, 2014).

Desta forma, a aprendizagem baseada na utilização de modelos parte de um problema real do quotidiano e pretende promover o questionamento científico e pensamento crítico, em que os alunos investigam as possíveis soluções e comparam-nas com as explicações científicas. Assim, com a aplicação da metodologia de aprendizagem baseada na utilização de modelos, pretende-se promover o questionamento e a procura de soluções por via autónoma através da experimentação, facilitando a aprendizagem de novos saberes e desenvolvimento de um pensamento científico crítico (Vasconcelos & Almeida, 2012).

A investigação por mim efetuada aborda duas temáticas em nada similares, sendo uma referente à área disciplinar da Biologia – Seleção Natural – e uma outra referente à área disciplinar da Geologia – Rochas Biogénicas.

Assim, é desejável que, por um lado, os alunos compreendam que a seleção natural pode ser influenciada por fatores antrópicos, percebendo que a poluição produzida pelo Homem produz efeitos na fauna e na flora, podendo causar efeitos significativos. Por outro lado, que estes conheçam os diferentes tipos de rochas biogénicas, nomeadamente, os calcários biogénicos, os carvões, ou petróleo e seus derivados, e que compreendam ainda como e onde estes são armazenados na natureza.

O petróleo encontra-se em processo de desaparecimento definitivo por ser uma energia fóssil e um recurso não renovável, sendo, deste modo, necessário encontrar soluções para diminuir o seu uso em certos objetos e materiais, fazendo com que retardemos o seu desaparecimento total, uma vez que é um bem quase essencial à vida humana. Contudo, tendo em conta que o seu desaparecimento mais tarde ou mais cedo será inevitável, este poderá ser mote para a descoberta de uma nova energia renovável que tenha o mesmo poder energético, através de um estudo aprofundado e detalhado às suas características e estrutura física e química.

Esta investigação pretendeu, principalmente, diminuir as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V's de Gowin, as quais foram observadas numa atividade experimental logo no início do ano letivo, intitulada “Como Extrair e Visualizar Moléculas de DNA?”. Assim, esta atividade experimental foi útil no sentido em que concedeu inspiração para a implementação de uma investigação-ação, reunindo assim, num interesse comum, esta metodologia investigativa à metodologia de ensino na qual foram utilizados modelos para que posteriormente fossem preenchidos os respetivos V's de Gowin.

Deste modo, após a execução desta mesma investigação é expectável que os alunos tenham diminuído as dificuldades no preenchimento de V's de Gowin.

I.2. Problema, objetivos e hipóteses da investigação

A investigação em causa tem como principal problema:

- Verificar se o programa implementado através da investigação-ação consegue diminuir as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin.

Assim, para a investigação educacional foram definidas duas hipóteses, sendo elas a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1):

- H_0 : Não há diminuição das dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin;
- H_1 : Há diminuição das dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin.

A investigação abordada neste RE apresenta objetivos de competência concetual, educacional e profissional, tais como:

- Relacionar a seleção natural com os fatores antrópicos;
- Compreender o conceito de rochas biogénicas, mais concretamente o petróleo, e saber como e onde este é armazenado na natureza;
- Promover a elaboração de relatórios de V de Gowin como uma nova estratégia de ensino-aprendizagem;
- Desenvolver competências profissionais, a nível científico e pedagógico, essenciais ao exercício da docência, através do Ensino da Biologia e da Geologia.

I.3. Organização da investigação

A presente investigação está organizada em seis capítulos.

O primeiro capítulo, de índole introdutória, tem presente a contextualização e a justificação da investigação, bem como o problema, os objetivos e as hipóteses da investigação, sendo aqui também descrita a organização da mesma.

No segundo capítulo é descrito o enquadramento teórico da investigação, onde será abordado e exposto o enquadramento a nível curricular assim como o enquadramento científico no qual se precedeu à revisão de bibliografia.

No terceiro capítulo debate-se a metodologia de ensino adotada, mais concretamente a metodologia de ensino baseada em modelos, bem como quais as estratégias e os recursos educativos que foram utilizados.

No quarto capítulo incide-se sobre a metodologia de investigação, onde é caracterizada a mesma tal como a amostra. Fala-se ainda sobre a recolha e tratamento de dados, abordando quais as técnicas e instrumentos de recolha e qual a técnica de análise de dados utilizada. Explica-se também a intervenção didática que foi implementada.

No quinto capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos, mostrando todo o processo de análise estatística e a discussão dos resultados obtidos.

No sexto capítulo estão presentes as diversas conclusões da investigação, onde serão apresentadas as conclusões gerais, bem como as dificuldades e limitações da investigação e ainda os contributos da mesma na atividade docente.

Capítulo II – Enquadramento Teórico da Investigação

Neste capítulo será descrito o enquadramento teórico desta investigação.

Aqui será abordado e exposto o enquadramento a nível curricular como o enquadramento científico da mesma, mais concretamente, aqui serão explicadas as bases teóricas relativas aos temas da seleção natural e influência antrópica, tal como o tema das rochas biogénicas.

II.1. Enquadramento curricular

A investigação apresentada neste RE foi implementada numa turma do décimo primeiro ano de escolaridade, uma vez que os temas curriculares abordados estão inseridos no Programa Escolar de Biologia e Geologia do Ensino Secundário da autoria do Ministério da Educação e Ciência.

Esta investigação abordou duas temáticas em nada similares, sendo uma referente à área disciplinar da Biologia e uma outra referente à área disciplinar da Geologia.

Assim, a temática relacionada com a área disciplinar da Biologia, intitulada “Seleção Natural”, está contextualizada da seguinte forma:

- Unidade 7 – “Evolução Biológica”;
 - Tema 2 – “Mecanismos de Evolução”;
 - Subtema 2.2 – “Seleção Natural, Seleção Artificial e Variabilidade”.

Enquanto que a temática relacionada com a área disciplinar da Geologia, intitulada “Rochas Biogénicas”, está contextualizada da seguinte forma:

- Unidade 4 – “Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano”;
 - Tema 2 – “Processos e Materiais Geológicos Importantes em Ambientes Terrestres”;
 - Subtema 2.1 – “Rochas Sedimentares Biogénicas”.

Apesar de ser referido anteriormente que esta investigação abordou duas temáticas em nada similares, é de importância extrema salientar que, no que diz respeito à temática da geologia, esta tem associada a si uma componente biológica. Apesar de ser abordado o conceito rocha, é necessário ter em consideração que são rochas biogénicas, encontrando-se assim associada a parte biológica, uma vez que, este tipo de rochas são unidades estruturais formadas por sedimentos orgânicos. Deste modo, é encontrado aqui o ponto de interligação entre as componentes da Biologia e da Geologia.

É também importante salientar que primeiro foi lecionada a Unidade 7 e só depois a Unidade 4, uma vez que os professores da escola onde a investigação foi implementada tinham ordens da respetiva direção para que em primeiro lugar fosse lecionada a área disciplinar da Biologia, com o intuito de que fosse feita uma continuação do décimo ano, e só posteriormente a isso, fosse lecionada a área disciplinar da Geologia.

II.2. Enquadramento científico

A presente investigação, como já foi referido, aborda um tema biológico “Seleção Natural” e um tema geológico “Rochas Biogénicas”, os quais serão alvo de uma revisão bibliográfica nas próximas páginas.

II.2.1. Seleção Natural

Na antiguidade, as ideias defendidas pela Biologia eram essencialmente fixistas/criacionistas. Ou seja, os biólogos da época acreditavam que as espécies tinham sido criadas por uma entidade divina, mais precisamente Deus, e que as mesmas permaneciam imutáveis ao longo do tempo, uma vez que eram perfeitas visto o seu criador também o ser. Contudo, com o passar dos tempos estas ideias caíram em desuso e, atualmente, prevalecem na comunidade científica ideias evolucionistas.

De entre as ideias evolucionistas, aquela que teve mais impacto para as ciências biológicas foi o Darwinismo, uma vez que representou uma grande mudança em todo o pensamento biológico. Assim, a teoria Darwinista da evolução foi divulgada ao mundo através da obra intitulada “A Origem das Espécies por Meio de Seleção Natural”, em 1859, da autoria de Charles Darwin e Alfred Wallace, onde a evolução das espécies era explicada através da seleção natural.

Darwin (1859) define a seleção natural como o princípio através do qual qualquer pequena variação de uma dada característica, desde que útil, e preservada. Deste modo, para que o processo de seleção natural ocorra é necessário existir variabilidade dentro de uma única espécie, ou seja, quando existam pequenas mutações aleatórias não deletérias no genótipo de um indivíduo alterando o seu fenótipo, passando este a expressar uma característica, ou conjunto de características, que, caso sejam favoráveis a sua sobrevivência, podem ser transmitidas à sua descendência (Tattersall & Schwartz, 2008). Assim, a seleção natural pode ser definida como uma seleção que ocorre na Natureza e que é consumada pelos fatores ambientais.

Deste modo, os seres vivos da mesma espécie de uma dada população apresentam variações entre si. Entre estes mesmos organismos estabelece-se uma luta pela sobrevivência devido à competição, por exemplo, pelo alimento, o que leva a que, em cada geração, os indivíduos mais desfavorecidos morram, enquanto que os organismos melhor adaptados sobrevivam. Através da sobrevivência do mais apto, ocorre a seleção natural.

No entanto, o processo de seleção natural é muitas vezes influenciado pelo Homem sem este ter a intenção direta para o fazer. Não é a sua ação direta que causa esta influência, mas sim alterações secundárias causadas no ambiente pelas suas atividades.

Um exemplo de seleção natural com influência antrópica condicionada é o das alterações provocadas às populações londrinas da traça *Biston betularia*, sendo que esta espécie possui duas formas melânicas distintas, uma de cor branca, *B. betularia f. typica*, e outra de cor cinza escura, *B. betularia f. carbonaria*.

Na zona de Londres, predominava a forma clara desta traça devido à existência de líquenes claros nas cascas das árvores onde habitavam, líquenes esses que foram destruídos pela poluição provocada pela revolução industrial Inglesa e o advento do motor a vapor. Este desaparecimento da cobertura de líquenes claros das árvores, aliado ao seu enegrecimento devido à acumulação de fuligem libertada, levou a uma

mudança da pressão seletiva a que a população de traças se encontrava sujeita passando as traças cinza a possuírem cor mais favorável à sua camuflagem e consequente proteção dos predadores (Cook *et al.*, 2012).

II.2.2. Rochas Biogénicas

De acordo com Frazão e Paraguassu (1998), citado por Coêlho (2006), rocha é um corpo sólido natural, resultante de um processo geológico determinado, formado por agregados de um ou mais minerais arrançados segundo as condições de temperatura e pressão existentes durante a sua formação.

As rochas podem ser classificadas de acordo com diversos critérios, tal como composição química, estrutura e processos de formação.

De acordo com o processo de formação, pode-se dizer que existem essencialmente três tipos diferentes de rochas, sendo eles (Gonçalves, 2010):

- Rochas magmáticas;
- Rochas metamórficas;
- Rochas sedimentares.

As rochas magmáticas ou ígneas são rochas que resultaram de solidificação e consolidação do magma por arrefecimento. As rochas metamórficas são as rochas formadas através de transformações no estado sólido de rochas preexistentes (magmáticas, sedimentares e até mesmo outras rochas metamórficas), devido a alterações das condições ambientais, como a temperatura e a pressão, ou ambas simultaneamente. As rochas sedimentares são geradas na interface da litosfera com a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera, nas condições de pressão, temperatura e quimismo próprias da superfície do planeta (Carvalho, A. M. G., 2006).

Assim, as rochas sedimentares são hoje entendidas como um produto da deposição gravítica de um, dois ou três dos seguintes constituintes fundamentais (Carvalho, A. M. G., 2006):

- Terrígenos;
- Quimiogénicos;
- Biogénicos.

Os sedimentos terrígenos são herdados por via detrítica de outras rochas preexistentes e representam 80 a 85% desses constituintes. Os sedimentos quimiogénicos são resultantes da precipitação de substâncias dissolvidas nas águas. Os sedimentos biogénicos podem ser por um lado edificadas por alguns organismos em vida, tais como corais, e por outro por acumulação dos restos de organismos após a sua morte (Carvalho, A. M. G., 2006).

A maioria dos autores inclui nas rochas sedimentares, não só os materiais coesos, consolidados, com o aspeto que todos associamos à palavra rocha, sinónimo de pedra, como também as acumulações dos seus constituintes não consolidados. São as rochas consolidadas ou coesas e as rochas móveis ou incoesas (Carvalho, A. M. G., 2006).

Acontece que as classificações das rochas sedimentares podem privilegiar a descrição das características individuais observáveis, e, neste caso, dizem-se descritivas, ou podem ainda ter por base a origem das rochas, dizendo-se, então, genéticas (Carvalho, A. M. G., 2006).

A sistemática das rochas sedimentares que utilizei nesta investigação foi adotada por Carvalho (2006). Esta classificação permite uma visão de conjunto dos componentes essenciais da crosta terrestre e, ao mesmo tempo, elucida sobre as suas origens e natureza, dado que assenta, simultaneamente, em bases genéticas e composicionais (Carvalho, A. M. G., 2006). Assim, podem ser consideradas sete conjuntos ou classes, cujas designações referem o componente predominante, a saber (Carvalho, A. M. G., 2006):

- Rochas terrígenas;
- Rochas carbonatadas;
- Rochas siliciosas;
- Rochas ferríferas;
- Rochas fosfatadas;
- Rochas salinas;
- Rochas carbonosas.

Este critério é o que melhor satisfaz os propósitos pedagógicos, a nível geral, pois não perde de vista o encadeamento próprio dos processos naturais e certas afinidades entre alguns tipos de rochas, no que toca à sua utilização (Carvalho, A. M. G., 2006).

Rochas terrígenas ou detríticas são rochas em que os seus constituintes são, em regra, fragmentos ou clastos minerais subtraídos a outras rochas preexistente (por meteorização e/ou erosão) e, em geral, transportados até ao local de sedimentação (Carvalho, A. M. G., 2006). Rochas carbonatadas são rochas com mais de 50% de carbonatos alcalino-terrosos, em particular, calcite, aragonite e dolomite (Carvalho, A. M. G., 2006). De acordo com Twenhofel (1926), citado por Carvalho (2006), os calcários podem ser subdivididos em três grandes grupos conforme uma classificação essencialmente genética, ou seja, quanto à origem: calcários biogénicos, calcários quimiogénicos e calcários detríticos. Rochas siliciosas são rochas sedimentares essencialmente constituídas por sílica, na grande maioria de origem orgânica, mas também, nalguns casos, de origem estritamente química. Rochas ferríferas são rochas de origem sedimentar com mais de 15% de ferro. Rochas fosfatadas são rochas sedimentares que revelam a presença de fosfato de cálcio. Rochas salinas ou evaporitos são rochas sedimentares geradas pela precipitação de sais motivada pela evaporação de águas hipersalinas ou salmouras. Rochas carbonosas incluem os carvões e os produtos petrolíferos (Carvalho, A. M. G., 2006).

A inclusão das rochas carbonosas no conjunto das rochas sedimentares baseia-se, por um lado, na sua origem supergénica e, por outro lado, na sua génese a partir de restos de seres vivos, predominantemente vegetais. Tratar como rochas o petróleo e o gás natural não deixa de ser algo forçado, só aceitável nesta atitude sistemática e de obediência às convenções (Carvalho, A. M. G., 2006).

Em relação aos carvões e aos produtos petrolíferos estes formam-se quando detritos orgânicos de seres fotossintéticos, devido a um afundimento acelerado, ficam rapidamente isolados do ambiente oxidante, transformando-se de acordo com as condições e com a natureza dos detritos num ou noutro (Carvalho, A. M. G., 2006).

Em meio oxidante, a matéria orgânica é rapidamente destruída por oxidação, dando origem a dióxido de carbono e água. Para que sejam convertidos nestes tipos de combustíveis naturais, os tecidos orgânicos têm de permanecer ao abrigo do ar, isto é, em meio anóxico, anaeróbio ou redutor, como o que caracteriza os fundos de águas estagnadas. A atividade fisiológica dos seres vivos envolvidos no processo e as

transformações físico-químicas operadas sobre os seus restos, no decurso da sedimentação, da diagénese, do enterramento e correspondente litificação, determinam a natureza, textura e a composição isotópica da componente carbonosa das rochas sedimentares (Carvalho, A. M. G., 2006).

As rochas carbonosas são combustíveis fósseis, assim qualificados porque os restos dos organismos que lhe deram origem testemunham formas de vida do passado geológico do nosso planeta. Por combustíveis fósseis entendem-se as rochas contendo carbono livre (no caso dos carvões) ou sob a forma de compostos orgânicos (hidrocarbonetos) suscetíveis de serem utilizados como fontes de energia por combustão, seja no seu estado natural, seja após transformações adequadas. Nos carvões, a matéria orgânica incarbonizada forma, praticamente, a totalidade da rocha. Porém, os produtos petrolíferos estão disseminados em poros e outros vazios, no seio de algumas rochas. No caso dos carvões estes são retirados do interior da crosta em minas, enquanto que, no caso dos hidrocarbonetos líquidos e gasosos estes são retirados do interior da crosta através de furos (Carvalho, A. M. G., 2006).

Os carvões são rochas sedimentares combustíveis, essencialmente constituídas por restos vegetais em diferentes fases de evolução, geradas em bacias sedimentares pouco profundas, mais ou menos confinadas ao abrigo do ar e sob ação de bactérias anaeróbias. Ainda por definição, estes carvões têm mais de 50%, em peso, e de 70%, em volume, de matéria carbonosa, o que, na opinião de alguns especialistas, exclui a turfa desta classe. Todavia, a turfa, tem grandes afinidades com os carvões, em especial no que se refere à sua constituição e modo de formação, continuando a ser procurada e explorada (Carvalho, A. M. G., 2006).

Os restos vegetais constituintes dos carvões variam entre detritos lenhosos de grandes dimensões e outros finamente divididos, formando uma massa homogénea intersticial, por vezes rica em substâncias betuminosas, que aglutina os detritos maiores, à semelhança de uma matriz ou de um cimento (Carvalho, A. M. G., 2006).

Quanto aos carvões, estes podem ser divididos em quatro diferentes tipos, seguindo uma escala de progressivo grau de incarbonização (Carvalho, A. M. G., 2006):

- Turfa;
- Lignite;
- Carvão betuminoso;
- Antracite.

O grau de incarbonização reflete o estado da transformação das substâncias vegetais em carvão, no decurso de um processo natural, no qual são sucessivamente mais ricos em carbono e, conseqüentemente, mais pobres em oxigénio e hidrogénio (Carvalho, A. M. G., 2006).

O carbono concentrado nos carvões tem origem no dióxido de carbono atmosférico que as plantas fixam sob a forma de matéria orgânica, na sequência da sua atividade biológica. Os carvões constituem, por assim dizer, energia solar armazenada, o mesmo acontecendo com a lenha que se queima num forno ou numa lareira. Com efeito, o calor libertado na sua combustão é energia acumulada na matéria orgânica e esta, por seu turno, o resultado da fotossíntese alimentada pela radiação solar durante a vida das respetivas plantas. O teor de carbono depende ainda das condições de pressão e de temperatura a que o depósito ficou sujeito, as quais, por sua vez, dependem da profundidade a que desceu. É também função do tempo, pois, no geral, os carvões mais antigos são os mais ricos em carbono (Carvalho, A. M. G., 2006).

Em relação aos produtos petrolíferos estes podem ser sólidos (asfaltos ou betumes), líquidos (petróleo bruto ou nafta) e gasosos (gás natural).

O asfalto, às vezes referido como betume, tem cor castanha a negra, com a aparência do alcatrão, essencialmente constituído por hidrocarbonetos de elevado peso molecular e, portanto, “sólido” às temperaturas e pressões normais na superfície. O petróleo bruto ou crude é uma mistura de produtos petrolíferos líquidos à temperatura e pressão da superfície, constituídos por hidrocarbonetos líquidos, no geral com mais de 65%, com maiores ou menores percentagens de outros hidrocarbonetos, sólidos e gasosos, em solução. O aspeto do petróleo bruto pode variar entre o de um líquido como o conhecido petróleo de iluminação, comercial, e o de um óleo negro e viscoso, tanto mais pastoso quanto mais deficiente for em componentes leves. Via de regra, os hidrocarbonetos líquidos são tanto mais escuros quanto mais elevado for o número de átomos de carbono nas respetivas moléculas. O gás natural é composto, essencialmente, por hidrocarbonetos gasosos às temperaturas e pressões normais à superfície do globo, dos quais o metano é o mais comum e abundante (e também o mais estável) com cerca de 85%. O gás natural pode ocorrer isoladamente ou em associações com concentrações de petróleo bruto e, neste caso, quer dissolvido no líquido, quer separado dele e cativo acima da camada petrolífera (Carvalho, A. M. G., 2006).

Não é possível enumerar aqui as muitíssimas aplicações dos hidrocarbonetos naturais. Eles são, na sociedade moderna, uma das primeiras fontes de energia da complexa civilização industrial, quer indiretamente, alimentando centrais termoelétricas, quer diretamente nas fábricas, nos meios de transporte, no aquecimento urbano, etc., através de uma série de produtos refinados, entre os quais a gasolina, a benzina, o gasóleo e o *fuel* ocupam lugar de destaque. Como matérias-primas, têm, ainda, ilimitadas aplicações na indústria petroquímica, da qual derivam centenas de produtos destinados aos mais variados fins, como óleos, tintas, vernizes, lubrificantes, pavimentos, isoladores, artigos elétricos, plásticos, borrachas, fibras sintéticas, medicamentos e cosméticos.

Designa-se por rocha-mãe do petróleo a rocha sedimentar formada pela deposição conjunta de sedimentos, no geral terrígenos, finos e/ou carbonatados, e de restos orgânicos, a partir dos quais se geram os hidrocarbonetos. À sedimentação segue-se a transformação da matéria orgânica em petróleo, numa longa evolução a que se dá o nome de maturação. No decurso da evolução geológica, os hidrocarbonetos migram para outras rochas mais porosas e permeáveis que permitem a sua circulação e armazenamento. As rochas-armazém ou reservatórios são normalmente rochas sedimentares, como calcários e dolomitos cavernosos e frequentemente fissurados, conglomerados e arenitos, rochas estas que permitem a formação de lençóis petrolíferos. A migração dos hidrocarbonetos através das rochas pode atingir a superfície ou ser interrompida por uma barreira e, neste caso, constitui-se uma jazida. Esta barreira pode ser formada por uma rocha impermeável ou rocha de cobertura que limita superiormente o corpo petrolífero, constituindo o que se chama uma retenção ou armadilha estratigráfica que, simultaneamente, protege os hidrocarbonetos das ações dos agentes externos nomeadamente da oxidação. Para além de uma rocha impermeável, também um acidente tectónico pode dar origem a uma retenção ou armadilha, desde que confira à rocha de cobertura uma geometria ou arquitetura capaz de criar uma zona fechada, podendo ser uma dobra anticlinal, uma falha, uma discordância ou variações laterais de fácies. Em grande número de casos, as retenções são simultaneamente estruturais e litológicas. São ainda frequentes as retenções associadas a diapiros salinos. A migração do petróleo da rocha-mãe até ao reservatório não se limita a uma simples mudança de lugar. Com efeito, durante o percurso verificam-se transformações nos hidrocarbonetos, podendo afirmar-se que o petróleo é tanto mais evolucionado quanto mais longa e complexa tiver sido a fase de migração (Carvalho, A. M. G., 2006).

A abundância de plâncton é fator determinante na formação de uma bacia petrolífera. Em condições favoráveis de temperatura, salinidade, luminosidade e abundância de nutrientes, os organismos deste plâncton produzem grandes quantidades de matéria transformável em hidrocarbonetos se, e só se, esta matéria não for oxidada. É, pois, indispensável à existência de um meio de sedimentação redutor, em águas pouco profundas e pouco agitadas, que permitam a rápida decomposição dos organismos antes que se lhes destruam e se dispersem as partes orgânicas. As águas tranquilas permitem, por um lado, melhor assoreamento por vazas finas que protegem a matéria orgânica e, por outro, não agitam nem renovam o meio hídrico, mantendo as condições redutoras, a escassos centímetros abaixo do fundo. Os ambientes naturais suscetíveis de melhor realizarem estas condições são, nomeadamente, as lagunas isoladas do largo por recifes ou por cordões litorais e sujeitas a deformação subsidente. A água existe normalmente associada aos jazigos petrolíferos, impregnando camadas permeáveis pertencentes ao conjunto das formações sedimentares com eles relacionadas. Estas águas têm origem, em parte, em águas marinhas fósseis, aprisionadas nos sedimentos. É regra nas jazidas petrolíferas que os hidrocarbonetos ocupem as partes elevadas dos reservatórios e que, quando haja simultaneamente gás, petróleo e água, estas três unidades se sobreponham por ordem de densidade relativa, isto é, debaixo para cima, água, petróleo e gás (Carvalho, A. M. G., 2006).

Capítulo III – Metodologia de Ensino

Neste capítulo debate-se a metodologia de ensino adotada durante esta investigação.

É aqui que será explicada a metodologia de ensino baseada em modelos, bem como quais as estratégias e os recursos educativos que foram utilizados aquando da implementação desta investigação, do mesmo modo que se abordou a intervenção didática que foi implementada.

III.1. Metodologia de ensino baseada em modelos

O conceito de modelo pode assumir diversos significados, como: maquete, esboço, manequim, desenho, objeto que serve para ser imitado, entre outros.

Desta forma, nesta investigação adotou-se a definição de modelo, como sendo um sistema simplificado capaz de simular algumas variáveis significativas de um outro sistema que pertence ao mundo real (sistema alvo) (Bolacha *et al.*, 2011; Sampaio, 1998; Sarkar, Pfeifer & Garson, 2006).

Existem muitos tipos de modelos, sendo que a literatura da área refere os modelos fenomenológicos, os modelos computacionais, os modelos de desenvolvimento, os modelos explicativos, os modelos teste, os modelos idealizados e ainda os modelos para o ensino (Justi, 2006; Sarkar, Pfeifer & Garson, 2006).

Das características comuns aos diferentes tipos de modelos salientam-se (Van Driel & Verloop, 1999):

- Um modelo está sempre relacionado com um determinado alvo, isto é, um sistema, objeto, fenómeno ou processo;
- Um modelo constitui um recurso de estudo utilizado para obter informações acerca do que não pode ser observado diretamente – fenómeno, processo ou sistema;
- Um modelo é sempre mais simples do que o alvo que pretende representar;
- A conceção do modelo e a sua construção é um processo iterativo baseado em dados do alvo que podem conduzir à revisão e reconstrução do mesmo;

- O modelo é testado para um estudo mais aprofundado do alvo.

Existem três tipos de modelos de ensino que devem ser considerados (Vasconcelos *et al.*, 2014):

- Modelos análogos, isto é, modelos que respeitem a semelhança em termos geométricos, dinâmicos e cinemáticos;
- Modelos não análogos, que simplesmente recorrem a materiais similares ou que têm um comportamento semelhante, sem qualquer preocupação de escala, o que representam simplificações de modelos científicos;
- Réplicas de modelos científicos históricos.

Os modelos para o ensino pretendem simular os fenómenos naturais de uma forma o mais fiel possível, podendo estabelecer diversas analogias, mas não podem, nem devem, ser confundidos com modelos análogos. Para ser considerado um modelo análogo, o modelo deve representar as funções de um objeto ou fenómeno, conservando as proporções necessárias para que essa função ou fenómeno real possa ser estudado e extrapolado (Bolacha, 2014).

Assim, este tipo de modelos apenas pretende promover a educação e a conexão entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Deste modo, poderão ser diferentes dos usados pela e para a comunidade científica (Silva & Núñez, 2007).

Os modelos são os veículos que nos permitem compreender o nosso mundo. Desta forma, o processo de aprendizagem baseado em modelos ocorre ao longo de três fases: denotação, demonstração e interpretação (Sarkar, Pfeifer & Garson, 2006).

Assim, o processo de aprendizagem inicia-se quando se estabelece uma relação representativa lógica entre o modelo e o sistema alvo a modelar (denotação); posteriormente, ao explorar o modelo com o objetivo de testar ou simular determinados parâmetros, estamos a utilizar o modelo como um auxiliar de aprendizagem (demonstração); mas o objetivo principal da utilização de modelos no ensino é a sua utilização como auxiliar do processo de aprendizagem, sendo que a mesma só fica concluída quando se realiza a transferência e tradução dos conhecimentos sobre o modelo idealizado para conhecimentos sobre o mundo real ou sistema alvo (interpretação) (Sarkar, Pfeifer & Garson, 2006).

A utilização de aspetos, ou relações, irrelevantes entre os dois objetos pode promover o aparecimento de falsas deduções, ou generalizações, promovendo o enviesamento do conhecimento aprendido relativamente ao conhecimento científico que se pretende que os alunos aprendam (Bolacha, 2014).

Recorrentemente, os professores utilizam analogias para simplificar conceitos complexos e transformar conceções abstratas em conceções concretas. Assim, a utilização de modelos didáticos facilita a comparação entre conceitos ou objetos invulgares ou desconhecidos com outros que são mais familiares aos alunos (Bolacha *et al.*, 2006).

A analogia é um fator preponderante para o sucesso, ou fracasso, da construção e interpretação dos modelos para o ensino. A analogia é um processo cognitivo de transferência de informação, ou significado, de um caso particular para outro caso particular. Genericamente estabelece-se uma relação de semelhança entre dois ou mais objetos diferentes, podendo esta semelhança ser física, causal ou funcional (Bolacha, 2014).

No entanto, as analogias devem ser utilizadas sempre com cautela, pois frequentemente as analogias simples, ou seja, quando as semelhanças são reduzidas entre o objeto original e o análogo, podem provocar ou promover a aprendizagem de saberes errados. Já a ênfase excessiva nas relações de semelhança entre o objeto original e o análogo pode comprometer futuras aprendizagens mais complexas (Bolacha, 2014).

Os principais argumentos favoráveis à utilização de modelos para o ensino das ciências prendem-se, por um lado, com a sua fácil aplicabilidade e aceitação por parte dos alunos e, por outro, porque mobiliza os alunos a aprender ciência, a aprender sobre ciência e a aprender a fazer ciência (Justi, 2006). A utilização de modelos para o ensino das ciências na sala de aula promove ainda o desenvolvimento de capacidades nos alunos em vários domínios (psicomotor, cognitivo e afetivo) (Bolacha *et al.*, 2006).

A metodologia de ensino baseada em modelos consiste num conjunto de princípios utilizados no ensino fazendo uso de modelos. Por sua vez, esta metodologia de ensino está inserida numa perspetiva socio-construtivista, mais concretamente no EOI.

O ensino orientado para a investigação, que na literatura anglo-saxónica designa-se por *inquiry-based teaching*, apresenta como características centrais a aprendizagem centrada no aluno, ao qual são incumbidas tarefas desafiantes que exigem a existência de investigação/pesquisa, a comunicação, a reflexão e a colaboração. O conhecimento é construído através da colaboração com os outros e da reflexão acerca dos conceitos apreendidos.

Nesta metodologia é estimulada a curiosidade e a capacidade inata para o desenvolvimento de processos científicos nos alunos (Oliveira & Cyrino, 2013). Neste âmbito, o docente prima pela criação de dinâmicas que promovam a exploração colaborativa entre os alunos e destes com o professor, de forma a dissuadir dúvidas referentes a aspetos do seu quotidiano, sendo relevante a existência de um equilíbrio entre o desejo natural do aluno para solucionar a sua questão e os objetivos curriculares gerais (Pozuelos *et al.*, 2010).

Os investigadores Oliveira & Cyrino (2013) referem que Wells salienta várias implicações desta metodologia para o ensino como, por exemplo:

- O papel primordial da linguagem, visto que participa na mediação do conhecimento no processo de atribuição de significado;
- A obtenção do conhecimento a partir de problemas e questões que são significativas para os alunos, incentivando a sua compreensão;
- O conhecimento só pode ser construído devido a experiências anteriores e o desenvolvimento da autonomia individual e capacidade de ação, ao mesmo tempo que estimula a interdependência e o valor da colaboração.

Assim, o EOI enfatiza o questionamento, resolução de problemas, descoberta e comunicação. Utiliza processos da investigação científica refletindo o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência (Baptista, 2010).

A inclusão de um EOI na sala de aula requer que os professores mudem o seu papel alterando a dinâmica das aulas, o que implica que estes tomem várias decisões, corram riscos e quebrem a sua rotina de forma a enfrentarem as suas dificuldades e dilemas (Batista, 2010).

Assim, a modelagem surge como um estímulo para o desenvolvimento do conhecimento científico e da literacia científica dos alunos (Vasconcelos & Torres, 2015).

III.2. Estratégias e recursos educativos

Durante a implementação desta investigação foram utilizados dois modelos. Um primeiro relativo à área disciplinar da biologia intitulado “Seleção Natural e Influência Antrópica” e um segundo relativo à área disciplinar da geologia intitulado “Armadilha Petrolífera”, sendo que ambos podem ser classificados como modelos para o ensino.

O primeiro modelo foi construído de raiz para esta investigação, tendo como objetivo fazer com que os alunos compreendessem o efeito que a ação antrópica pode ter sobre o processo da seleção natural, através do exemplo das alterações sofridas pela espécie de traça *Biston betularia*, aquando da revolução industrial em Inglaterra.

O material necessário para a construção deste modelo foi o seguinte: 2 placas de acrílico 40x60cm, 2 tiras de plástico alveolado 60x3cm, cola quente, 1 cartolina branca, 1 cartolina preta, velcro, papel de feltro, cartolina branca e preta cortadas em formas de traças.

Este modelo é composto por duas placas de acrílico separadas por tiras de plástico alveolado e coladas com cola quente criando, assim, uma espécie de expositor por onde deslizam duas cartolinas, uma de cor branca e outra de cor preta.

Na face exterior de uma das placas de acrílico foram colados pequenos pedaços de velcro que serviram como suporte às traças que foram utilizadas. Estas traças foram feitas com papel de feltro e cartolina branca e preta, possuindo cada uma das traças no seu corpo outro pedaço de velcro permitindo que estas adiram à placa de acrílico, tal como pode ser visualizado na figura III.1.

Para a utilização deste modelo foi necessário a ajuda de três alunos, em que dois deles seguraram o expositor e o outro representou um predador que se alimentava das traças de acordo com o ambiente em que as mesmas se encontravam.

Deste modo, colocou-se em primeiro lugar a cartolina branca representando os troncos das árvores com líquenes antes da revolução industrial e colocou-se também traças brancas e traças pretas. Neste ambiente, o predador retirou a maioria das traças de cor preta pois não se encontravam camufladas, e foram colocadas mais traças brancas. Agora, foi retirada a cartolina branca e foi colocada a cartolina preta

representando-se, assim, os troncos das árvores, já sem líquenes, depois da revolução industrial. Neste novo ambiente, o predador retirou a maioria das traças de cor branca pois não se encontravam camufladas, e foram colocadas mais traças pretas. Foi possível observar que, em função do ambiente, existiu um processo de seleção natural favorecendo em cada um dos casos os organismos melhor adaptados.

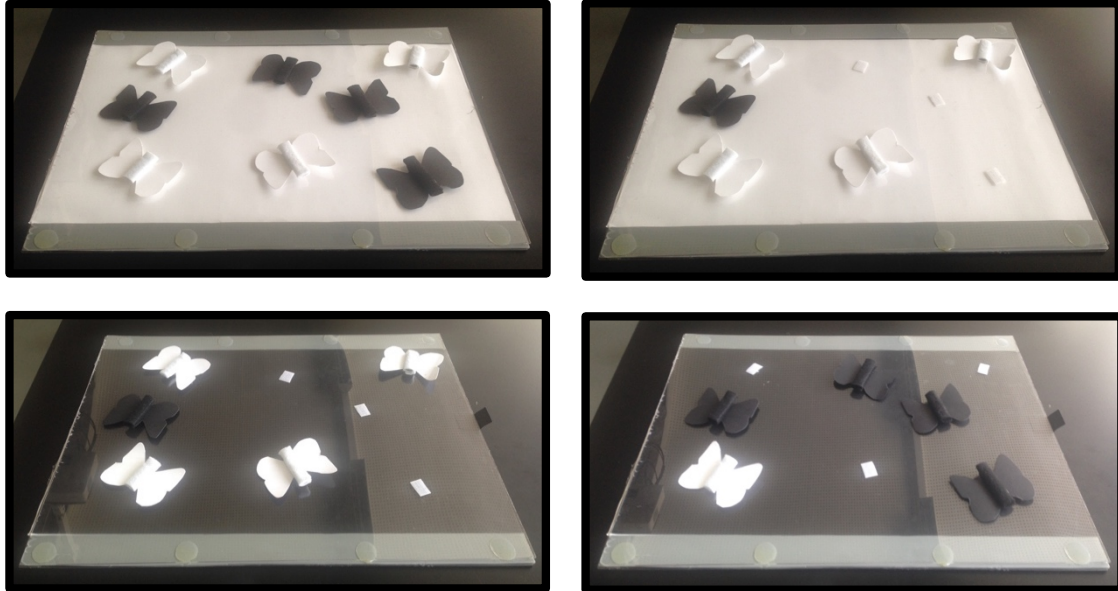


Figura III.1 – Modelo “Seleção Natural e Influência Antrópica”.

O segundo modelo a ser utilizado será uma adaptação de um modelo que vem mencionado no manual escolar dos alunos da turma onde o mesmo será aplicado, tendo como objetivo fazer com que os alunos compreendam o que é uma armadilha petrolífera e em que condições ocorrem.

O material necessário para a construção deste modelo foi o seguinte: recipiente de plástico rígido transparente 15x15x10cm, 1 tubo de plástico rígido transparente 15cm, 2 tubos de plástico rígido transparente 10cm, 1 placa de plástico alveolado 12x15cm, areia, argila, petróleo de iluminação, água, corante alimentar verde, funil.

Este modelo é composto por um recipiente de plástico no qual se colocou areia até uma altura de aproximadamente 2cm. Depois, colocou-se a placa de plástico, com um pouco de inclinação, de modo a criar-se dois lados. Seguidamente, procedeu-se à colocação dos 3 tubos de plástico, sendo que, os dois menores ficariam do mesmo lado da placa e o outro tubo de plástico, o maior, ficaria do outro lado da placa.

Neste lado, do tudo maior, preencheu-se o espaço com areia de modo a esta ficar a apenas poucos centímetros do topo do recipiente. Do outro lado, dos tubos menores, colocou-se uma camada de argila com uma espessura aproximadamente igual à da camada de areia já existente.

Assim, a montagem do modelo deverá ficar semelhante à ilustrada na figura III.2.

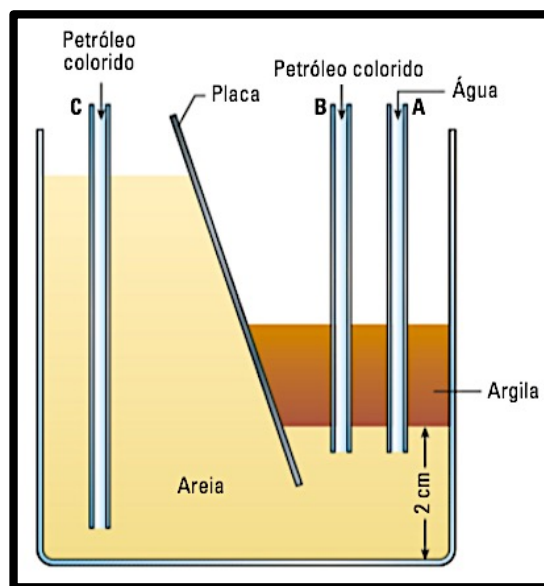


Figura III.2 – Esquema do modelo “Armadilha Petrolífera”. Adaptado de “Terra, Universo de Vida” (Silva, A. et al., 2015, pp. 84).

A utilização deste modelo consiste em, num dos tubos menores, colocar-se água com o corante verde, com o auxílio do funil, até se saturar a areia. Posteriormente, no tubo maior, colocar-se petróleo, com o auxílio do funil, e reparar que, apesar de o petróleo sair do tudo junto à base do recipiente, este acumula-se por cima da água e eventualmente até por cima da areia do mesmo lado. Seguidamente, no outro tubo menor que ainda não foi utilizado, colocar-se petróleo, com o auxílio do funil, e reparar que este se acumula junto à parte inferior da camada de argila, não a transpondo.

O resultado final de todo este processo pode ser analisado através da figura III.3.



Figura III.3 – Modelo “Armadilha Petrolífera”.

A água utilizada neste modelo simula a água salgada que normalmente existe associada às jazidas petrolíferas, o petróleo utilizado simula o petróleo aprisionado nas mesmas, a areia simula a rocha-armazém, a argila simula a rocha-cobertura e a placa de plástico alveolado simula uma falha, fazendo com que, todo o modelo em causa simule uma armadilha petrolífera.

Depois de elaborados todos os passos referentes ao modelo em causa, será possível os alunos observarem a ordem de disposição dos referidos elementos dentro de uma jazida petrolífera. Assim, será possível visualizar que a água fica por baixo, e por cima desta é que se situa o petróleo, fenómeno este que ocorre devido à densidade destes fluídos.

Estes modelos, utilizados durante esta investigação, classificam-se como modelos para o ensino e ambos são modelos não análogos, uma vez que, simplesmente recorrem a materiais similares aos reais e não apresentam qualquer preocupação com a escala.

Capítulo IV - Metodologia de Investigação

Neste capítulo incide-se sobre a metodologia de investigação adotada durante esta investigação.

É aqui que esta metodologia será caracterizada, bem como a amostra que foi utilizada. Fala-se ainda sobre a recolha e tratamento de dados, abordando assim quais as técnicas e instrumentos de recolha e qual a técnica de análise de dados utilizada. Também explica-se a intervenção didática que foi implementada.

IV.1. Caracterização da investigação

Uma investigação pode ser classificada quanto ao método e quanto ao propósito.

Um método consiste num conjunto concertado de operações que são realizadas para atingir um ou mais objetivos. É um plano de trabalho em função de uma determinada finalidade (Carmo & Ferreira, 1998).

A presente investigação é classificada, quanto ao método, como quantitativa.

Um método quantitativo pressupõe a observação de fenómenos, a formulação de hipóteses explicativas desses mesmos fenómenos e a verificação ou rejeição das hipóteses mediante uma recolha rigorosa de dados, posteriormente sujeitos a uma análise estatística (Carmo & Ferreira, 1998).

A investigação aqui apresentada é classificada, quanto ao propósito, como investigação-ação.

O propósito deste tipo de investigação é resolver problemas de carácter prático, através do emprego do método científico e é realizada a partir da consideração da situação real. Esta não tem como objetivo a generalização dos resultados obtidos, sendo que, a sua principal finalidade é a resolução de um dado problema para o qual não há soluções baseadas na teoria previamente estabelecida (Carmo & Ferreira, 1998).

Segundo Cohen e colaboradores (2000), o procedimento da I-A tem como objetivo a solução de um problema concreto numa situação imediata. Este processo é controlado passo a passo, para que os resultados possam ser modificados e ajustados face às necessidades, de modo a trazer vantagens para o estudo em curso.

Na I-A o método de pesquisa envolve simultaneamente a ação, tendo como finalidade a mudança, e a investigação, processo de compreensão. Este método tem como base um processo cíclico ou em espiral, onde existe alternância entre a ação e a reflexão crítica e em cada ciclo posterior são aperfeiçoados os métodos, os dados e a interpretação feita à luz da experiência (conhecimento) obtida no ciclo anterior (Barbier, 1996; Coutinho, 2005).

Segundo Fernandes (2006) é necessário seguir quatro fases para concretizar um processo de Investigação-Ação:

- Diagnosticar ou descobrir a situação problema;
- Construir o plano de ação;
- Aplicar o plano de ação e observar os resultados;
- Refletir, interpretar e integrar os resultados. Replanificação.

Pode-se concluir assim que, a grande finalidade deste método, I-A, é analisar a realidade, identificar a situação problema e transformá-la. Não se pretende saber só o que se passa em determinada situação, mas também atuar de modo a contornar esse problema (Fernandes, 2006).

Um esquema da metodologia I-A pode ser visualizado na figura IV.1.

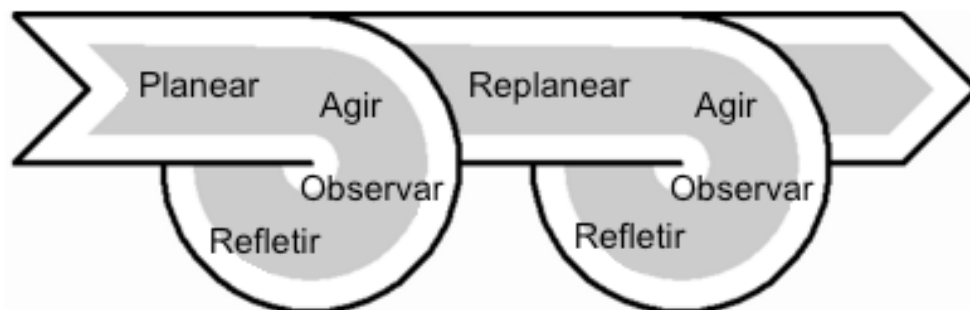


Figura IV.1 – Os momentos da investigação-ação, através de uma sucessão de ciclos. Adaptado de “*Working on educational research methods with Masters students in an international online learning community*” (Owen, B. e Veen, K., 2003, pp. 581).

IV.2. Caracterização da amostra

A técnica designada por amostragem é um processo de seleção de uma amostra. Assim, conduz à seleção de uma parte ou subconjunto de uma dada população a partir da qual foram selecionados. O propósito da amostragem é obter informação acerca de uma dada população (Carmo & Ferreira, 1998).

Existem dois grandes tipos de técnicas de amostragem (Carmo & Ferreira, 1998):

- **Probabilística** – cada um dos elementos da população tem uma probabilidade real (conhecida e não nula) de ser incluído na amostra;
- **Não probabilística** – estas amostras são selecionadas de acordo com um ou mais critérios julgados importantes pelo investigador tendo em conta os objetivos do trabalho de investigação que está a realizar, sendo que, não está garantida uma probabilidade real (conhecida e não nula) de cada um dos elementos da população ser selecionado para fazer parte da amostra.

Seja qual for a técnica utilizada, ao realizar uma amostragem devem ser dados os passos seguintes (Carmo & Ferreira, 1998):

- Definição da população;
- Determinação da dimensão ou grandeza da amostra necessária;
- Seleção da amostra.

Quanto às amostras não probabilísticas estas podem ser de conveniência, de casos muito semelhantes ou muito diferentes, de casos extremos, de casos típicos, em bola de neve e ainda por quotas (Carmo & Ferreira, 1998).

A amostra utilizada nesta investigação foi selecionada sem serem utilizados quaisquer instrumentos estatísticos. Assim, não existe a mesma probabilidade de todos os indivíduos da população fazerem parte da mesma sendo, deste modo, classificada como uma amostra não probabilística (Pardal & Correia, 2008). Ainda assim, este género de amostra possui vantagens como o facto de não acarretar custos para a investigação, de ser prática e rápida (Marshall, 1996).

De entre todos os tipos de amostras não probabilísticas, a amostra escolhida pode ainda ser classificada como uma amostra de conveniência, pois, foi obtida sem qualquer

plano construído, sucedendo a uma seleção resultante de circunstâncias acidentais (Vilelas, 2009).

Deste modo, a amostra utilizada nesta investigação era constituída pelos alunos de uma das turmas da PES, pertencente ao Orientador Cooperante, da escola onde foi implementada esta investigação. Assim, a amostra era composta pelos alunos da turma 11ºC da Escola Secundária Aurélia de Sousa, do ano letivo 2015/2016.

A partir da análise da tabela IV.1, pode-se verificar que:

A amostra em causa era constituída por 23 alunos, 11 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, confirmando-se uma maioria feminina pouco relevante.

A idade dos alunos constituintes da amostra varia desde os 15 anos até aos 17 anos, sendo que a média de idades situa-se nos 16 anos. A idade de 15 anos aparece na tabela porque era a idade de alguns alunos no início do ano letivo, no entanto, estes perfizeram 16 anos no decorrer do ano letivo em questão. A idade de 17 anos aparece na tabela porque era a idade de uma aluna que, apesar de nunca ter sofrido uma retenção, era mais velha que os restantes colegas pois, possui nacionalidade brasileira, o que terá ocorrido aquando da sua transferência de país, uma vez que, não existe transição direta entre os níveis de ensino dos países em questão.

As classificações do 1º período variam entre 9 e 18 valores, ficando a média das classificações femininas nos 13,6 valores, a média das classificações masculinas nos 13,7 valores, e ficando a turma com a média de 13,7 valores.

Tabela IV.1 – Distribuição dos alunos por género e idade e respetivas classificações do 1º período.

	Nº de Alunos	Idades		Classificações 1º período	
		Amplitude	Média	Amplitude	Média
Feminino	11	15-17	16	9-18	13,6
Masculino	12	15-16	16	9-17	13,7
Total	23	15-17	16	9-18	13,7

IV.3. Recolha e tratamento de dados

Aqui serão analisados os processos de recolha e tratamento de dados, abordando assim quais as técnicas e instrumentos de recolha e qual a técnica de análise de dados utilizada.

IV.3.1. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Técnicas são procedimentos operatórios rigorosos, bem definidos, transmissíveis, suscetíveis de serem novamente aplicados nas mesmas condições, adaptados ao tipo de problema e aos fenómenos em causa. A escolha das técnicas depende do objetivo que se quer atingir, o qual, por sua vez, está ligado ao método de trabalho (Carmo & Ferreira, 1998).

Nesta investigação, a técnica implementada para a recolha de dados foi a testagem, a qual, por sua vez, utilizou como instrumento V's de Gowin.

Relativamente à técnica de testagem, esta passa pela aplicação de testes estatísticos que também informam o investigador da possibilidade de poder, ou não, inferir dos resultados obtidos na sua amostra para a população (Black, 1994). Esta técnica é um procedimento de recolha de dados que pode ser efetuado procedendo à implementação de questionários, através dos quais se obtém a resposta dos participantes. Os dados obtidos com este género de questionários são praticamente sempre numéricos (Eisman, 1992).

Relativamente ao instrumento de testagem, foram utilizados relatórios em V de Gowin, tendo sido elaborados dois dos mesmos.

Um primeiro V de Gowin, referente ao modelo intitulado “Seleção Natural e Influência Antrópica”, foi aplicado antes da intervenção, funcionando como um pré-teste. Um segundo V de Gowin, referente ao modelo intitulado “Armadilha Petrolífera”, foi aplicada após a intervenção, funcionando como um pós-teste.

Apesar de cada um dos V's de Gowin aplicados serem referentes a temáticas diferentes, tinham ambos a mesma estrutura, estrutura esta típica de relatórios em V's de Gowin.

Com a implementação do primeiro V de Gowin, que funcionou como um pré-teste, pretendeu-se verificar a capacidade dos alunos para o preenchimento deste tipo de relatórios, sendo possível detetar previamente os pontos menos favoráveis.

Com a implementação do segundo V de Gowin, que funcionou como um pós-teste, pretendeu-se verificar se o programa de intervenção foi bem-sucedido e, consequentemente, se as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V's de Gowin tinham diminuído.

IV.3.2. Técnica de análise de dados

Nesta investigação, a técnica implementada para a análise de dados foi a análise estatística não paramétrica. Esta opção prende-se com o facto da amostra ser reduzida ($n=23$), pelo que não é necessário o conhecimento prévio da distribuição da variável em investigação, ou seja, não se baseia nos parâmetros da curva normal (Marôco, 2010).

Tendo em conta que existem dois conjuntos de dados emparelhados, pois foi avaliado o conhecimento dos mesmos alunos em dois momentos diferentes, e que a variável é medida numa escala ordinal, a avaliação da significância da diferença entre as duas medições pode ser realizada recorrendo-se ao teste de Wilcoxon (Marôco, 2010).

Este teste foi realizado através do programa computacional *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) onde os dados obtidos foram analisados com um grau de confiança de noventa e nove por cento.

O SPSS possui inúmeras funcionalidades, no entanto, é utilizado preferencialmente em estudos educacionais, no sentido de se analisar dados para que posteriormente se possam transformar, manipular e conceber gráficos e tabelas que sintetizem a informação adquirida. Assim, o SPSS é uma ferramenta informática que possibilita cálculos estatísticos complexos e a observação dos seus resultados quase instantaneamente.

IV.4. Programa de intervenção

O programa de intervenção, relativo à investigação tida em conta neste RE, foi implementado na Escola Secundária Aurélia de Sousa, onde ocorreu a PES, numa turma do décimo primeiro ano, da disciplina de Biologia e Geologia.

Esta intervenção, já referida anteriormente, foi aplicada ao longo de três momentos distintos, os quais ocorreram em aulas de regência.

Deste modo, o primeiro momento iniciou-se com uma abordagem teórica aos alunos sobre a “Seleção Natural”, área curricular da Biologia, onde seguidamente foi aplicado e manipulado o modelo, já referido e explicado anteriormente neste RE, intitulado de “Seleção Natural e Influência Antrópica”, sendo que, por fim, os alunos procederam ao preenchimento, em sala de aula, do V de Gowin correspondente ao modelo aplicado.

Durante a correção destes primeiros V's de Gowin foi observado e constatado que os alunos em questão apresentavam dificuldades no correto preenchimento dos mesmos relatórios, aplicando assim o segundo momento do programa de intervenção que consistiu na aplicação de uma aula sobre como preencher corretamente V's de Gowin.

Para se verificar que o segundo momento do programa de intervenção tinha surtido algum efeito foi implementado um terceiro momento do programa de intervenção em questão, sendo que este começou com uma abordagem teórica aos alunos sobre as “Rochas Biogénicas”, área curricular da Geologia, onde seguidamente foi aplicado e manipulado o modelo, já referido e explicado anteriormente neste RE, intitulado de “Armadilha Petrolífera”, sendo que, no fim, tal como ocorreu no primeiro momento, os alunos procederam, novamente, ao preenchimento, em sala de aula, do V de Gowin correspondente ao modelo aplicado e referido anteriormente neste ponto.

Tanto os primeiros como os segundos V's de Gowin, preenchidos pelos alunos da turma na qual o programa de intervenção foi aplicado, foram alvo de correção com o intuito de se apurar se as dificuldades que os alunos tinham apresentado acerca do seu correto preenchimento tinham sido diminuídas e, conseqüentemente, se o programa de intervenção tinha tido sucesso.

Assim, os V's de Gowin foram cotados numa escala ordinal cujos valores se inserem entre 0 e 100%, correspondendo, assim, a percentagem máxima a 20 valores,

sendo que a correção dos mesmos foi efetuada pelos alunos estagiários do núcleo de estágio em questão, contando ainda com a supervisão do Orientador Cooperante, tal como se pode ver na figura IV.2.

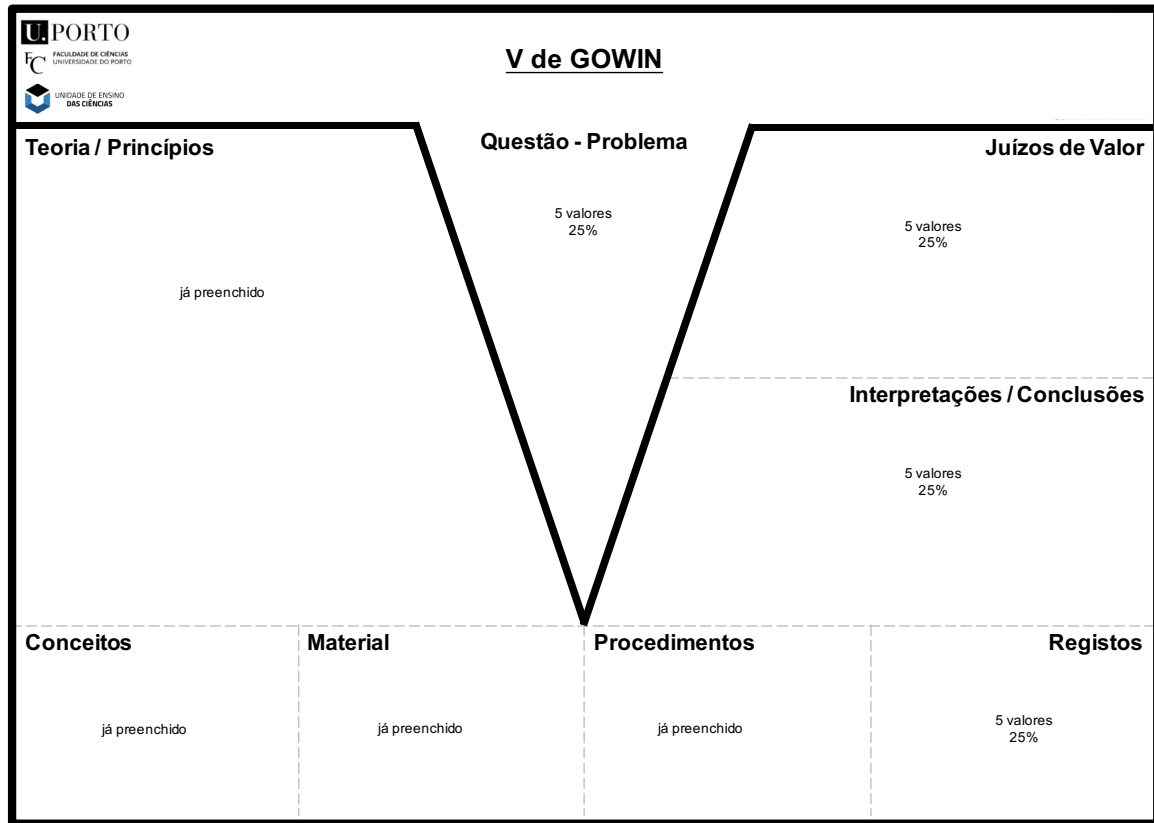


Figura IV.2 – Estrutura dos V's de Gowin que foram aplicados nesta investigação.

Deste modo, os resultados obtidos pelos alunos em cada um dos dois V's de Gowin, já anteriormente referidos, foram analisados de forma quantitativa através de uma análise estatística, recorrendo para isso ao programa SPSS, analisando, desta forma, as médias obtidas por cada aluno, bem como outros dados que foram relevantes para esta investigação.

Capítulo V – Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos durante esta investigação.

É aqui que os mesmos serão apresentados e discutidos, mostrando-se todo o processo de análise estatística e a discussão dos mesmos.

V.1. Análise estatística e discussão dos resultados

Aqui apresentam-se os resultados obtidos, através da implementação dos V's de Gowin que funcionaram como pré e pós-teste, após a realização da análise estatística não paramétrica recorrendo ao programa computacional SPSS, versão 24.

Na tabela V.1 pode-se observar que a dimensão da amostra foi de 23 indivíduos, também se pode notar que a média obtida pelos alunos no pré-teste foi de 12,6 e que a mesma subiu para 16,9 no pós-teste, que o desvio-padrão foi de 2,68 e 1,36 no pré e pós-teste, respetivamente, e ainda que as classificações mínima e máxima no pré-teste foram de 6,5 e 18,0, respetivamente, e que no pós-teste estas foram de 11,7 e 18,5, respetivamente.

Tabela V.1 – Análise descritiva da amostra.

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Pré-teste	23	12,6	2,68	6,5	18,0
Pós-teste	23	16,9	1,36	11,7	18,5

Na realização do teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas, observou-se um aumento estatisticamente significativo ($Z = -3,913$; $p = 0,000$) para um intervalo de confiança de 99%, ou seja, para 0,01 de nível de significância.

Verifica-se, então, que o programa de intervenção teve impacto positivo na diminuição das dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin pois, observou-se uma melhoria significativa das classificações obtidas no segundo V de Gowin.

Capítulo VI – Conclusões

Neste capítulo estão presentes as diversas conclusões da investigação.

É aqui que serão apresentadas as conclusões gerais, bem como as dificuldades e limitações da investigação e ainda os contributos da mesma na atividade docente.

VI.1. Conclusões gerais da investigação

A investigação em causa tinha como problema verificar se o programa implementado através da investigação-ação conseguia diminuir as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin.

Tendo em conta os resultados obtidos, a hipótese nula (H_0) foi rejeitada, enquanto que a hipótese alternativa (H_1) foi aceite pois, houve uma diminuição das dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin.

Deste modo, pode-se concluir que o programa implementado através da investigação-ação conseguiu diminuir as dificuldades dos alunos no preenchimento de relatórios em V de Gowin.

Convém ressaltar que, dada a amostra ser não probabilística não se pode fazer qualquer tipo de generalizações.

A implementação desta investigação surtiu efeitos positivos, na medida em que os alunos adotaram posturas mais intervencionistas e ativas no processo de aprendizagem, verificando-se assim que o ensino orientado para a investigação e a aprendizagem baseada em modelos são positivos para a aprendizagem dos alunos.

VI.2. Dificuldades e limitações da investigação

Uma dificuldade sentida foi o facto de a investigadora não possuir experiência, uma vez que, este foi o seu primeiro trabalho de investigação.

Uma limitação desta investigação prende-se com a amostra ter uma dimensão de 23 elementos de uma mesma turma, pelo que, seria mais aliciante o alargamento da implementação desta investigação a outras turmas.

VI.3. Contributos da investigação na atividade docente

Sabe-se que o ensino, no geral, depara-se com um mundo incerto, pelo que, o professor de hoje deve acompanhar as mudanças, adaptando-se e aplicando novas estratégias ao ensino das ciências.

Neste sentido, os V's de Gowin são uma alternativa aos relatórios tradicionais, e os modelos são uma mais valia para o ensinamento de conceitos mais abstratos.

Neste sentido, pensa-se que o recurso a estas inovações acarreta melhorias nas propostas pedagógicas e nas práticas educativas, resultando no desenvolvimento profissional mais contextualizado, menos ancorado às metodologias marcadas apenas pela transmissão de conhecimentos.

Em síntese, esta investigação contribuiu significativamente para o desenvolvimento da prática profissional docente e deverá ser entendida como um contributo preliminar para outras ações educativas ao nível da diversificação das práticas pedagógicas, tendo por preocupação uma melhoria contínua da qualidade dos serviços prestados no âmbito educacional.

Referências Bibliográficas

- Baptista, M.L.M. (2010). Conceção e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 4, 117. Acedido a 7 de setembro 2016, em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1854/7/Cap.%204.pdf>.
- Barbier, J. M. (1996). *Elaboração de Projectos de Acção e Planificação*. Porto Editora. Porto.
- Black, T. R. (1994). *Evaluating Social Science Research: an Introduction*. (Vol. VIII). London: Sage.
- Bolacha, E. P. S. (2014). *Modelos de dinâmica da Terra aplicados à geologia de Portugal: relevância da experimentação análoga no ensino e na divulgação da geologia*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Bolacha, E., Deus, H. M., & Fonseca, P. E. (2011). The concept of analogue modelling in geology: an approach to mountain building. *Anais do 9º European Science Education Research Association*. Lyon, França.
- Bolacha, E., Deus, H. M., Caranova, R., Silva, S., Costa, A., Vicente, J., & Fonseca, P. (2006). Modelação Analógica de Fenómenos Geológicos. *Associação portuguesa de geólogos*, 20, 33-56.
- Carmo, H., Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-aprendizagem*. Universidade Aberta. Lisboa.
- Carvalho, A. M. G. (2006). *Geologia Sedimentar: Volume III – Rochas Sedimentares*. Lisboa: Âncora Editora.
- Coêlho, L. V. X. (2006). *Avaliação da alteração de placas de rocha em fachada: estudo de caso*. Tese de Mestrado. Universidade Católica de Pernambuco. Brasil.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. 5ª edição. Londres: Routledge.

- Cook, L. M., Grant, B. S., Saccheri, I. J., & Mallet, J. (2012). *Selective bird predation on the peppered moth: the last experiment of Michael Majerus*. *Biology Letters*, 8(4), 609–612.
- Coutinho, C. (2005). *Percursos da Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal - uma abordagem temática e metodológica a publicações científicas (1985-2000)*. IEP- Universidade do Minho.
- Eisman, L. B. (1992). Técnicas e Instrumentos de Recogida de Dados. Em: M. P. C. Bravo & L. B. Eisman (Eds.), *Investigación educativa* (pp. 201-246). Sevilla: Ediciones Alfar.
- Fernandes, A. (2006). *Projecto ser mais. Educação para a sexualidade online*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Gonçalves, L. B. (2010). *Sistema inteligente de classificação de imagens de rochas macroscópicas para a indústria de petróleo e gás*. Tese de Doutoramento. Universidade Federal Fluminense. Niterói. pp. 11-33.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada em la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*. 24(2), 173-184.
- Lederman, N. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. Em: L. B. Flick, & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Springer.
- Machado, C. & Gomes, C. (2001). Utilização do “V de Gowin” como estratégia no ensino da Física e da Química. Em: C. Gomes & J. Cunha (Org.), *VIII Encontro Nacional de Educação em Ciência – Actas*. Ponta Delgada, DCE, Universidade dos Açores. pp. 471-479.
- Marôco, J. (2010). *Análise Estatística com o PAWS Statistics*. Pêro Pinheiro: ReportNumber, Lda.
- Marshall, M. N. (1996). Sampling for qualitative research. *Family Practice*, 13(6), 522-525.

- Oliveira, H., Cyrino, M. (2013). Developing Knowledge of Inquiry-Based Teaching by Analysing a Multimedia Case: One Study with Prospective Mathematics Teachers. *Jornal of Education*, 1(3), 214-245.
- Owen, D., Hudson, B., & Veen, K. V. (2006). Working on educational research methods with masters students in an international online learning community. *Br J Educ Technol British Journal of Educational Technology*, 37(4), 577-603.
- Pardal, L., & Correia, E. (2008). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. 11ª edição, Areal Editores. Porto.
- Pedrosa, M. A., & Leite, L. (2005). Educação em Ciências e Sustentabilidade na Terra: Uma análise das Abordagens Propostas em Documentos Oficiais e Manuais Escolares. Paper presented at the XVIII Congresso de ENCIGA, Ribadeo.
- Pozuelos, F., González, G. T., & de León, P. C. (2010). Inquiry-based teaching: teacher's conceptions, impediments and support. *Teaching Education*, 131-142.
- Sampaio, F. F. (1998). Modelagem dinâmica computacional e o processo de ensino-aprendizagem: algumas questões para reflexão. *Ciência em tela*, 2(1).
- Sarkar, S., Pfeifer, J., & Garson, J. (2006). *The philosophy of science: an encyclopedia*. NZ, Indeks. Vol. 2. New York: Psychology Press.
- Silva, A., Santos, M., Gramaxo, F., Mesquita, A., Baldaia, L. e Félix, J. M. (2015). *Terra, Universo de Vida*. 2ª Parte Geologia. 1ª edição, Porto Editora. Porto.
- Silva, M. G. L. & Núñez, I. B. N. (2007). *Modelos científicos, didáticos e mentais*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Brasil.
- Tattersall, I., & Schwartz, J. H. (2008). *Extinct humans*. Boulder, Col.: Westview Press.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153. doi:10.1080/095006999290110

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas no ensino das ciências. Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto Editora. Porto.

Vasconcelos, C., Faria, J., Almeida, A., Dourado, L. (2014). Geology in the Lab: Preliminar Studies for Validating a Checklist for Analysing Modelling Activities in Textbooks. In the 7th annual International Conference of Education, Research and Innovation, 2571-2577.

Vasconcelos, C., Torres, J. (2015). Modelling seismic risks: The use of Gowin's Vee. In the 8th annual International Conference of Education, Research and Innovation, 2601-2611.

Vilelas, J. (2009). *Investigação: O Processo de Construção do Conhecimento*. 1ª edição, Sílabo. Lisboa.

Variabilidade, seleção natural e seleção artificial



Seleção natural

- Alterações ambientais produzem uma pressão seletiva;
- Indivíduos com características mais favoráveis sobrevivem e proliferam;
- Indivíduos com características desfavoráveis podem acabar por se extinguir.

Before selection




After selection



Final population

Ilustra da variação da mesma mesma população

A Teoria da Evolução



Variabilidade

- Dentro de uma mesma população/especie existem indivíduos que expressam as mesmas características de forma diferente.

Luta pela sobrevivência

- Competição por alimento, refúgio e outros fatores essenciais.

Sobrevivência do mais apto

- Os indivíduos melhor adaptados ao meio sobrevivem, os restantes vão sendo gradualmente eliminados. ➔ Seleção natural.



Reprodução diferencial

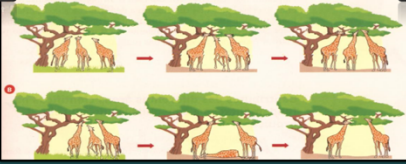
- Os indivíduos mais aptos vivem mais tempo e reproduzem-se mais passando as suas características à descendência.

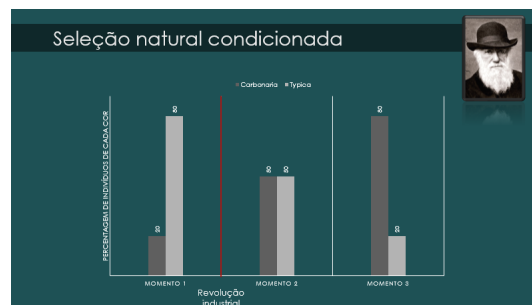
Formação de novas espécies

- Acumulação de pequenas variações levará, a longo prazo, ao aparecimento de novas espécies.

Lamarckismo vs. Darwinismo





Anexo II – PowerPoint utilizado no terceiro momento do programa de intervenção.

ROCHAS SEDIMENTARES BIOGÉNICAS

PROFESSORA ESTAGIÁRIA: Gabriela Santos

Minerais

- São corpos sólidos com estrutura cristalina, naturais, inorgânicos e com composição química definida ou variável dentro de certos limites.

Escala de Mohs

Rochas

- São unidades estruturais da crosta e do manto que possuem características próprias, sendo formadas geralmente por um ou vários minerais associados.

calcário granito xisto

ROCHAS SEDIMENTARES

- As rochas sedimentares recobrem 75% da área dos continentes, apesar de representarem apenas 5% do volume da crosta terrestre.
- As rochas sedimentares originam-se a partir de rochas preexistentes (80%), da precipitação de substâncias dissolvidas na água ou restos mais ou menos transformados de seres vivos.

Tipos de Sedimentos

Sedimentos Detriticos	Sedimentos Origem Química	Sedimentos Origem Biogénica
Resultantes da alteração das rochas que afloram.	Resultam da precipitação de substâncias dissolvidas na água.	Resultam de restos de seres vivos, como conchas e outras peças esqueléticas, fragmentos de plantas, pólenes, etc.

ROCHAS BIOGÉNICAS

- Os sedimentos que compõem as rochas sedimentares biogénicas podem ser constituídos por material biológico mais ou menos alterado ou por materiais resultantes de reações bioquímicas.
- Na Natureza, muitas vezes, os processos inorgânicos e bioquímicos andam intimamente ligados e, por isso, alguns autores designam as rochas biogénicas por rochas quimiobiogénicas.
- As rochas assim originadas podem ser agrupadas em calcários biogénicos, carvões e petróleos.

Calcários Biogénicos

- Muitos organismos aquáticos, macro e microscópicos, fixam carbonatos, edificando peças esqueléticas, como conchas, carapaças, etc.

```

graph LR
    A[Morte dos Organismos] --> B[Porção Orgânica]
    A --> C[Carbonatos]
    B --> D[Decomposição]
    C --> E[Cimentação]
    
```

- São exemplos de calcário biogénicos os calcários coníferos e os calcários recifais.

Calcários Biogénicos Calcário Conífero

- É formado pela acumulação de conchas de moluscos que posteriormente são cimentadas.

calcário conífero

Calcários Biogénicos Calcário Recifal

- Os recifes de corais desenvolvem-se em mares quentes de águas límpidas e pouco profundas.
- Neles existem milhões de indivíduos, incluindo não só corais como também algas e moluscos que produzem peças esqueléticas de carbonato de cálcio (CaCO_3).
- Estas estruturas, fixas no fundo do mar, após a morte dos indivíduos e decomposição da componente orgânica, originam os calcários recifais.

Calcários Biogénicos Calcário Recifal



recifes de corais - atol



amostra de calcário recifal



coral

Carvões e Petróleo

- O conceito de rocha sedimentar é, por vezes, mais abrangente, englobando materiais orgânicos como os carvões e o petróleo.
- Embora o petróleo não seja uma rocha no sentido estrito do termo, sendo orgânico e parcialmente líquido, ele encontra-se exclusivamente armazenado no interior de rochas sedimentares e é formado a partir de sedimentos biogénicos.
- Por isso, o seu estudo é feito, muitas vezes, associado às rochas sedimentares.

Carvões e Petróleo

- Um exame cuidadoso de carvões e de formações petrolíferas mostra vestígios de plantas e/ou de microfósseis.
- A matéria inicial foi, pois, matéria proveniente de seres vivos, principalmente seres fotossintéticos.



pântano

Carvões e Petróleo

- meios sedimentares com abundância de detritos orgânicos – lagoas ou pântanos
- afundimento acelerado – movimentos de subsidência
- rapidamente isolados do ambiente oxidante – condições anaeróbias



Carvões e Petróleo

- Na combustão de carvão ou de produtos petrolíferos ocorre a mobilização de energia armazenada pela fotossíntese há milhões de anos atrás.



carvão em brasas

Carvões e Petróleo

COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS:

- os combustíveis fósseis são substâncias minerais, formadas por compostos de carbono de origem biológica originados pela sua decomposição parcial;
- este processo leva milhões de anos, por isso, são considerados recursos naturais não renováveis;
- atualmente são a maior fonte de combustível para produção de energia elétrica e para os motores de combustão.

Carvões

Turfa

Carvões Húmicos

Lignite

Carvões Betuminosos

Antracite

Carvões

Turfa:

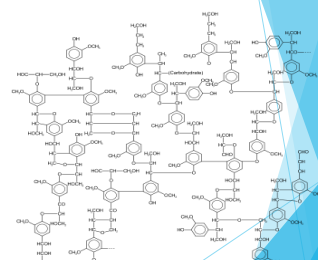
- é um produto carbonoso, rico em materiais voláteis;
- originada pela decomposição de resíduos orgânicos de natureza vegetal a partir de tecidos lenhificados;
- ação de microrganismos anaeróbios;
- ambientes pantanosos;
- apresenta baixa energia.



turfa

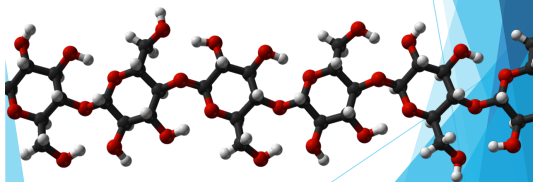
Lenhina

- macromolécula tridimensional, presente na parede celular, associada à celulose;
- conferir rigidez, impermeabilidade e resistência aos tecidos.



Celulose

- polímero de glicose, classificado como hidrato de carbono;
- principal constituinte das paredes celulares.



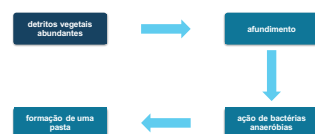
Carvões

Carvões Húmicos:

- ambientes lagunares ou lacustres;
- sedimentos vegetais abundantes;
- afundimento rápido;
- cobertos por sedimentos terrígenos;
- matéria orgânica rica em lenhina e celulose;
- diagénese;
- formação de carvões húmicos.

Carvões

Carvões Húmicos:



Carvões

Carvões Húmicos:

- afundimento;
- aumento da pressão e da temperatura;
- maior metabolismo das bactérias anaeróbias;
- elevada quantidade de substâncias tóxicas;
- morte das bactérias;
- novas condições com perda de água e de gases;
- enriquecimento em carbono.

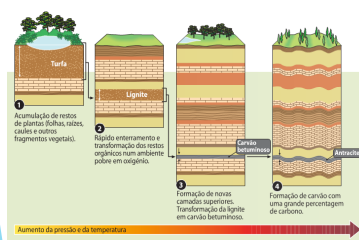
incarbonização

Carvões

Carvões Húmicos:

- consoante o grau de incarbonização formam-se diferentes carvões, tais como:
- lignite – a estrutura fibrosa dos vegetais pode ainda ser visível;
- carvões betuminosos;
- antracite.

Carvões



Carvões

Lignite:

- pouco dura, castanha;
- energia moderada;
- menor percentagem de carbono;
- maior percentagem de água e voláteis.



lignite

Carvões

Carvão Betuminoso:

- negro;
- energia elevada;
- percentagens de carbono, água e voláteis intermédias entre a lignite e a antracite.



carvão betuminoso

Carvões

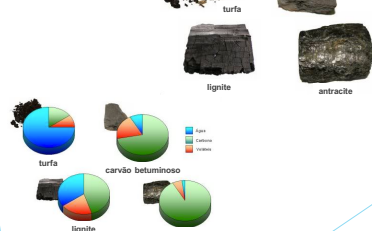
Antracite:

- dura, negra;
- energia elevada;
- maior percentagem de carbono – 90% ou + ;
- menor percentagem de voláteis – 10% ou - .



antracite

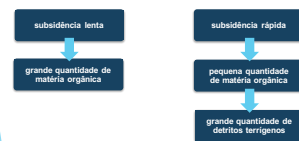
Carvões



Carvões

Jazigos de Carvão:

- são constituídos por várias camadas de carvão alternadas com depósitos detríticos;
- os depósitos repetem-se ciclicamente.



Produtos Petrolíferos

Sólidos

Líquidos

Gasosos

Asfaltos

Nafta

Gás Natural

Produtos Petrolíferos

Asfaltos:



Produtos Petrolíferos

Nafta:



Produtos Petrolíferos

Gás Natural:



Produtos Petrolíferos

Petróleo:

- do latim *petroleum* – “óleo de pedra”;
- constituído essencialmente por misturas de hidrocarbonetos;
- derivam da parte lipídica da matéria orgânica.
- os lípidos são abundantes nas algas, em esporos, grãos de pólen e no plâncton

Produtos Petrolíferos

Petróleo:

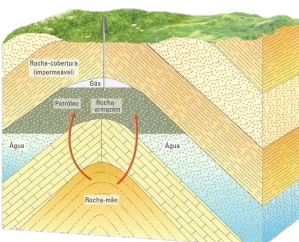
- o material que dá origem ao petróleo é constituído por organismos de pequenas dimensões, essencialmente plâncton
- é formado em ambientes que permitam o desenvolvimento abundante de plâncton

Produtos Petrolíferos

Petróleo:

- matéria orgânica – plâncton;
- acumulação rápida em regiões marinhas
- afundimento até à profundidade de 2000 a 3000 m;
- ambiente anaeróbio;
- condições de temperatura específicas;
- transformação dessa matéria orgânica em hidrocarbonetos líquidos, sólidos e gasosos;
- processo demorado que ocorre ao longo de milhões de anos.

Produtos Petrolíferos



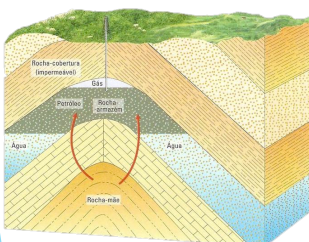
Rocha-mãe:

- rocha onde ocorre a transformação da matéria orgânica em petróleo.

Rocha-armazém ou Rocha-reservatório:

- rocha porosa e permeável na qual o petróleo se acumula, depois de migrar da rocha-mãe.

Produtos Petrolíferos



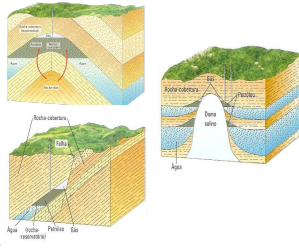
Migração:

- o petróleo migra da rocha-mãe para a rocha-armazém devido às elevadas pressões e ao facto de ser líquido.

Rocha-cobertura:

- rocha ou camada impermeável que impede a migração e dispersão do petróleo.

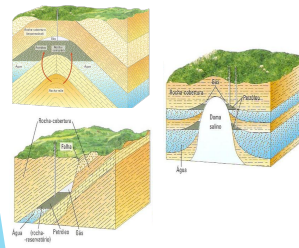
Produtos Petrolíferos



Armadilha Petrolífera:

- impede o movimento do petróleo até à superfície;
- é constituída pela rocha-armazém, rocha-cobertura, e outras estruturas como falhas e dobras.

Produtos Petrolíferos

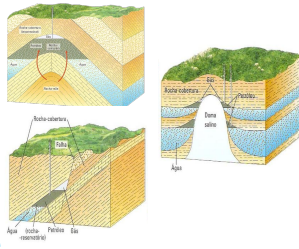


- as armadilhas petrolíferas permitem a ocorrência de jazigos petrolíferos

Jazigo Petrolífero:

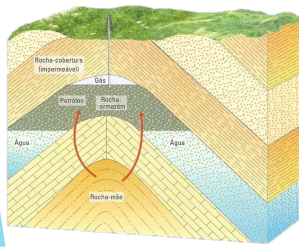
- acumulação de hidrocarbonetos em quantidade que podem ser extraídos.

Produtos Petrolíferos



- pode existir água salgada associada;
- encontra-se nas camadas permeáveis;
- água remanescente dos sedimentos ou infiltrações.

Produtos Petrolíferos



- a disposição da água, do petróleo e dos gases no jazigo corresponde à ordem das respetivas densidades:
- água, petróleo e gás.

Anexo III – Proposta de correção para os V's de Gowin relativos ao modelo da Armadilha Petrolífera.

FCUP
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

V de GOWIN

Teoria / Princípios

- As rochas sedimentares podem ser classificadas como: detriticas, químicas e biogénicas.
- As rochas sedimentares biogénicas são constituídas por material biológico com maior ou menor grau de alteração de que são exemplos: os calcários biogénicos, os carvões e o petróleo.
- O petróleo é um líquido de cor negra constituído por misturas de hidrocarbonetos e deriva essencialmente da componente lipídica da matéria orgânica presente no plâncton. É formado em ambientes anaeróbios com condições muito específicas.
- As armadilhas petrolíferas são estruturas que permitem o armazenamento do petróleo no interior da crosta.
- Da estrutura característico de uma armadilha petrolífera fazem parte a rocha-armazém e a rocha-cobertura impermeável. Nela podem estar presentes falhas e dobras.
- A densidade absoluta ou massa volumica de um corpo é determinada pelo quociente entre a massa e o volume desse corpo.
- A densidade relativa é a razão entre a massa do corpo em causa e a massa de igual volume de água pura a 4°C, à pressão de 1atm. Nestas condições a água tem densidade absoluta de 1g/cm³ e o petróleo 0,85g/cm³, pelo que a densidade relativa do petróleo é 0,85.
- Numa armadilha petrolífera os produtos acumulados encontram-se dispostos segundo um gradiente de densidades. A densidade dos produtos petrolíferos aumenta com a profundidade: gás, petróleo e água.

* Em conclusão, para se formar uma armadilha petrolífera é necessário uma rocha-armazém porosa e permeável, uma rocha-cobertura impermeável e outras estruturas como falhas, dobras ou domas salinas que também contribuem para a formação destas estruturas.

Questão - Problema

O que é necessário para se formar uma armadilha petrolífera?

Juizos de Valor

O modelo utilizado é considerado não análogo, uma vez que, os materiais utilizados não representam com o devido rigor a realidade.

Um dos principais problemas observados na experiência foi o facto de as quantidades de água e de petróleo utilizadas não foram as mais exatas.

Conceitos

- petróleo
- areia
- argila
- falha
- rocha-mãe
- rocha-armazém
- rocha-cobertura
- armadilha petrolífera
- densidade absoluta
- densidade relativa
- rocha sedimentar biogénica

Material

- recipiente de plástico rígido transparente 15x15x10cm
- 1 tubo de plástico rígido transparente 15cm
- 2 tubos de plástico rígido transparente 10cm
- 1 placa de plástico alveolado 12x15cm
- areia
- argila
- petróleo de iluminação
- água
- corante alimentar verde
- fúmi

Procedimentos

- Montou-se um dispositivo experimental semelhante ao da figura 55 da página 84 do manual escolar de Geologia;
- Saturou-se a areia com água, colocando-a no tubo A;
- Colocou-se petróleo no tubo C;
- Colocou-se petróleo no tubo B;
- Observar e registar os resultados.

Interpretações / Conclusões

A argila representava uma camada de rochas impermeável, designada por rocha-cobertura.

A areia representava uma camada de rochas permeável designada por rocha-armazém.

A placa de plástico alveolado representava uma falha que facilita a acumulação de petróleo.

O corante verde foi utilizado para se conseguir distinguir melhor a água do petróleo.

Após a observação do modelo é possível concluir que o petróleo é menos denso que a água, pois encontra-se acima desta. *

Registos

Legenda:

- argila
- areia
- 1 → petróleo
- 2 → água